だれにもできる
ラジオの製作
昭和52年2月1日発行（毎月1回1日発行）通巻267号 第26巻第2号
昭和30年6月28日第3種郵便物認可　昭和39年1月31日国鉄首都特別扱承認雑誌第1757号
BCL・ハム・オーディオ・エレクトロニクスの入門誌
大特集
各種TVゲーム製作と中波DX
2
1977
自作でOK！
カラー／白黒
テレビ・ゲーム
大型折込の
'77冬25メータ
バンドスコープ
特別付録
■ハム国試受験申請書

トランジスターラジオ キット

1石イヤーホン式ラジオキット　6石ラジオキット　太陽電池ラジオキット

品名		価格
1石AR－102K	イヤーホン式	¥ 950 (〒)300
2石AR－205K	スピーカー式	¥ 1,400 (〒)300
〃 AM－26K	〃	¥ 1,700 (〒)300
3石AM－32K	スーパーラジオ	¥ 2,000 (〒)300
4石AR－404K	〃	¥ 1,600 (〒)300
6石AK－606K	〃	¥ 2,100 (〒)300
〃 TN－69K	〃	¥ 2,500 (〒)300
〃 AN－62K	〃	¥ 2,300 (〒)300
8石AR－808K	〃	¥ 2,300 (〒)300
〃 TN－86K	〃	¥ 2,700 (〒)300
〃 KM－88K	〃	¥ 2,700 (〒)300
〃 NTR－880K	〃	¥ 2,400 (〒)300
SWEN－101K	太陽電池ラジオ	¥ 2,000 (〒)300
松下電器製太陽電池		¥ 480 (〒)100

エレクトロニクス応用キット

品名		価格
PE－114K	1石電子小鳥	¥ 1,300 (〒)300
PE－230K	3石電子小鳥	¥ 1,580 (〒)300
PE－117K	1石白バイサイレン	¥ 1,100 (〒)300
PE－233K	2石アメパトサイレン	¥ 1,780 (〒)300
PE－116K	1石水位報知器	¥ 1,000 (〒)300
PE－107K	IC＋2石ウォーター感知器	¥ 1,850 (〒)300
PE－101K	1石モールス練習器	¥ 980 (〒)300
PE－130K	2石タイマー（5～20分間）	¥ 2,000 (〒)300
PE－127K	2石FMワイヤレスマイク	¥ 1,580 (〒)300

無線通信機組立キット

光波無線

品名	価格
エコー　MM－33	¥13,500 (〒)500
エコー　M－3	¥12,000 (〒)500
エコー　M－2	¥10,850 (〒)500
エコー　2RQ	¥ 8,500 (〒)500
エコー　3RQ	¥ 9,500 (〒)500
エコー　5Y－K	¥ 4,800 (〒)500
エコー　5Y－AK	¥ 5,800 (〒)500
エコー　4F－K	¥ 4,850 (〒)500
エコー　4F－AK	¥ 5,850 (〒)500

ヒースキット

GD－1150
超音波洗浄器組立キット
¥ 32,800 (〒)500

GD－1005
デジタル時計アラム付キット
¥ 28,000 (〒)500

HD－10　HD－16
モールス練習器キット
¥ 6,500 (〒)500

GD－1021
アイスパイ光電警報器キット
¥ 8,900 (〒)500

BCL機器

品名	価格
トリオR－300	¥49,800 (〒)サービス
八重洲FRG－7	¥59,000 (〒)サービス
ドレークSSR－1（ヘッドホーン付）	¥69,500 (〒)サービス

ミズホ

品名	価格
MX－1Dマーカー	¥ 9,800 (〒)サービス
SX－1プリセレ	¥ 8,800 (〒)サービス
KX－1カプラー	¥ 7,800 (〒)サービス
クリエイトデザイン製 CV－230アンテナ	特価¥ 6,800 (〒)500

テレビゲーム機

今、アメリカで大変なブームの家庭ゲーム器です。
ご家庭のどのテレビにもセット出来ます。
L.S.I使用高度なゲーム
6種類のゲームが出来る。

スポーツキング101型
¥ 23,000 (〒500)
別売、アクセサリー
アンテナ切替スイッチ
AC電源
ライフル銃（12月発売予定）

★通信販売のご注文は最も確実な現金書留で………

東亜無線電機株式会社
電子機器営業部

〒556 大阪市浪速区日本橋筋5丁目61番地　TEL 大阪(06)644－0111(代表)(スリーワン)
営業時間（AM10：00～PM6：30）　毎週木曜日休み

実戦！テレビゲーム必勝法

◀亜土電子工業のテレビゲーム・キット

今月号の「ラ製」の製作記事はテレビゲームにスポット・ライトをあててみました。あの小さなＩＣの中に，点数を表示したり，ボールの角度をびみょうに変化させたりする機能が入っているとは，とても信じられません。エレクトロニクス・マニヤのみなさんには興味のつきないところでしょう。

いっぽう，ゲームのほうも，これまた，とてもおもしろいのです。編集部でも，昼休みには「ピッ，ポッ，パッ，ポッ」と，テレビゲームの楽しげな音が，いつも聞こえています。

だれが一番強いかって？それはナイショにしておきましょう。なにしろ編集部のお兄さん（中にはおじさんもいますが…）たちが夢中になるくらいですから，みなさんが製作すれば，家族中で引っぱりだこの人気になることはまちがいありません。お父さんから「会社でも遊んでみたいから，もう１台作ってくれないか」などと，注文がくるかもしれませんよ。

さて，ここでゲーム必勝法を教えておきましょう。製作者がまけてばかりいては，カッコがつきませんからね。

①指先の動きに集中！

ラケットと指先の動きを早くのみこんでしまいましょう。ヒジは，わきばらのところへおいて，手首の力はぬいておきます。

②目は味方のほうをよく見るべし！

ボールが相手側へ行ったときに，ボケッと見ていると「ポッ！」とかえされてマゴついてしまいます。画面の味方側を見ながら，どの方向からボールがかえされてきてもよいように，心の準備をしておけば，まちがいなく返球できます。

③自分のラケットを忘れずに！

写真の亜土電子工業（〠160 東京都新宿区百人町１－23－22）から発売されているテレビ・ゲーム・キットでは，ホッケーのように，ラケットの入り乱れるゲームでも，チームごとに色分けがされているので安心ですが，ゲームに熱中してくると，自分のラケットがわからなくなって，思わぬエラーをします。②の項目と同じように味方側をしっかり見ておきましょう。

④攻撃は上達してから

テレビゲームは，守りを確実にしていけば，かならず勝てます。

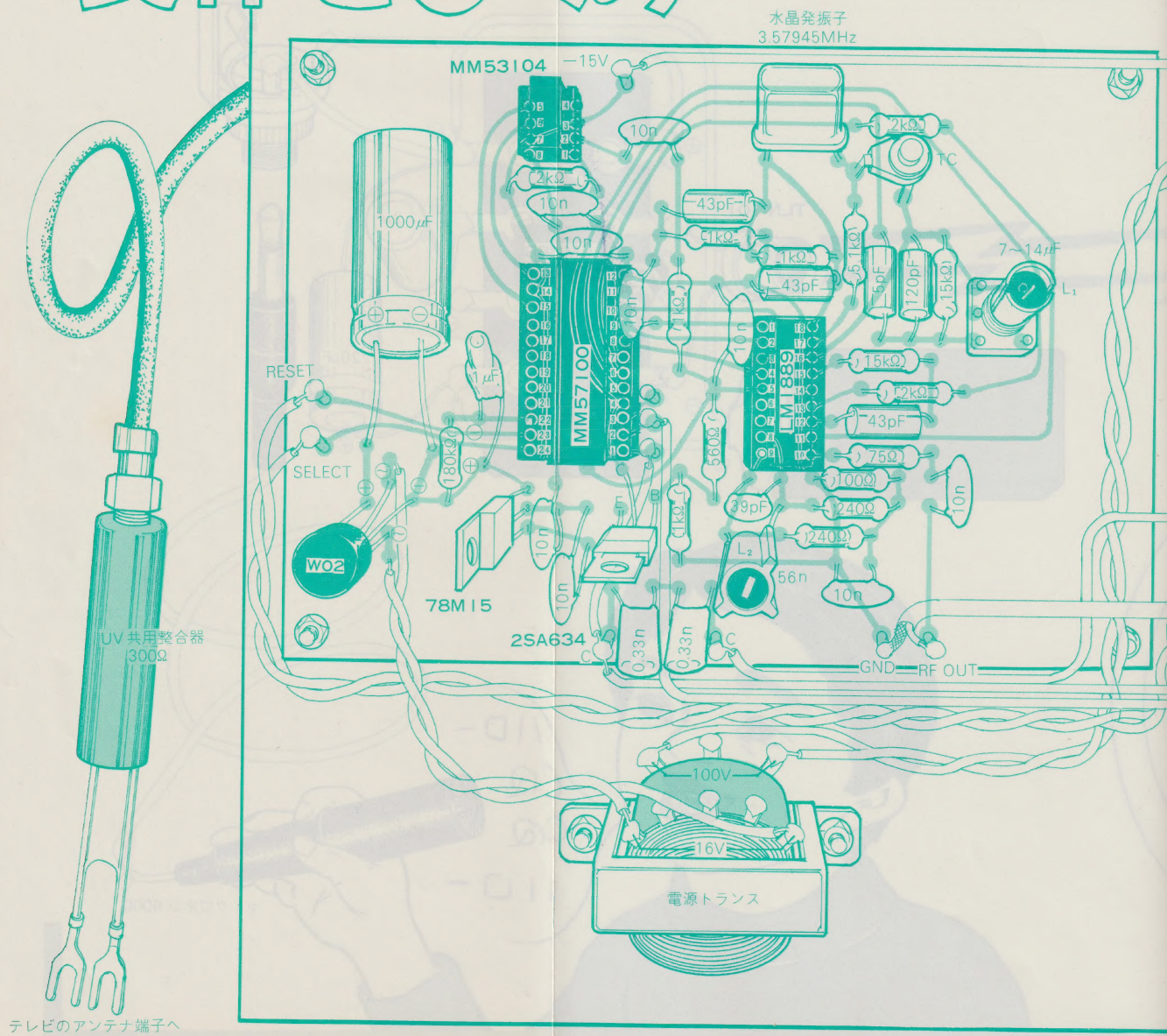
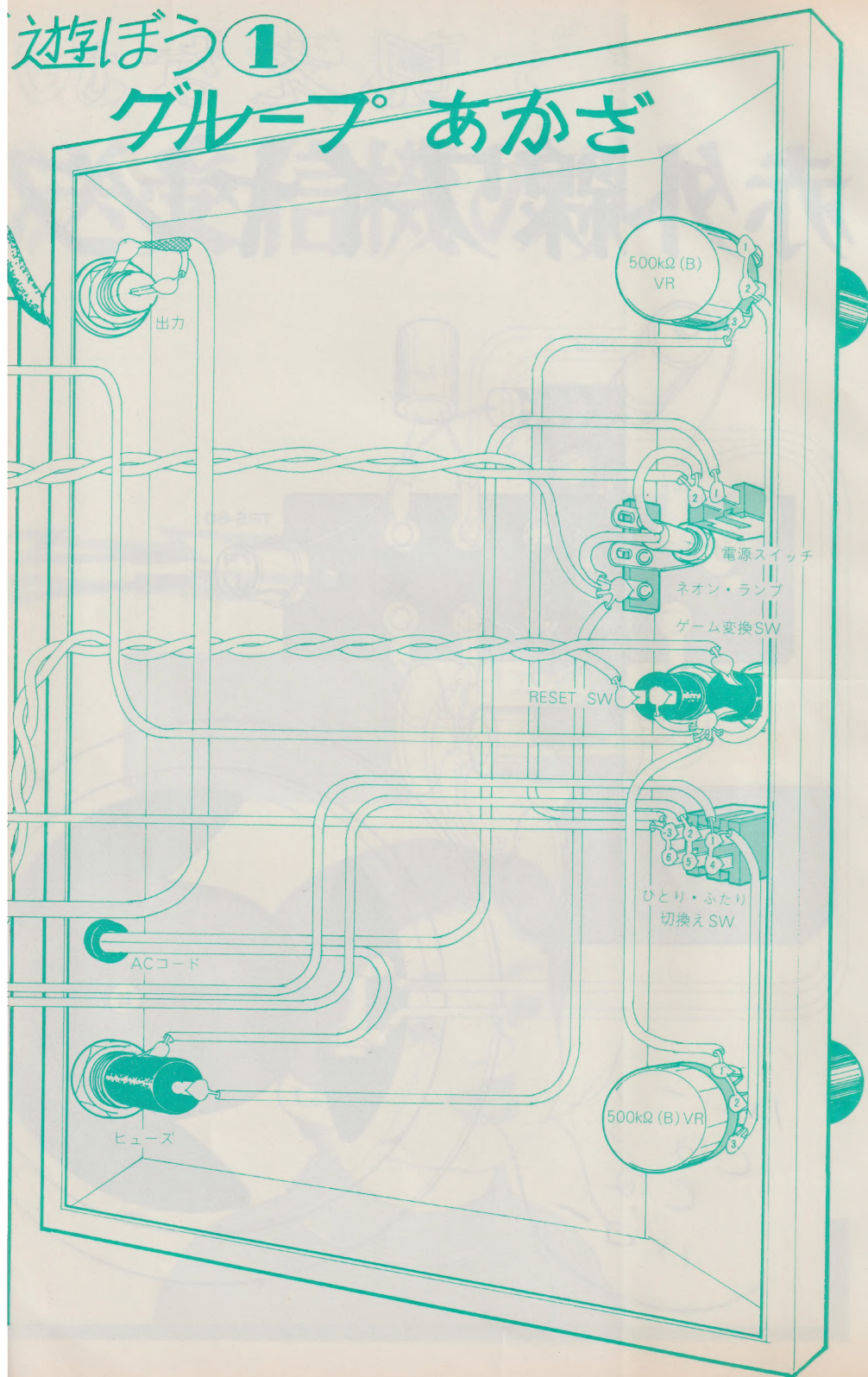
いっぽう，ラケットに当てる場所を変えたり，相手をまどわす意味でラケットをフラフラ動かしたりする，攻撃手段もあります。しかし，あまり上手でないときにこれをやると，かえって入門者のほうが得点をあげてしまうことがありますから注意してください。

⑤ゲームはほどほどに

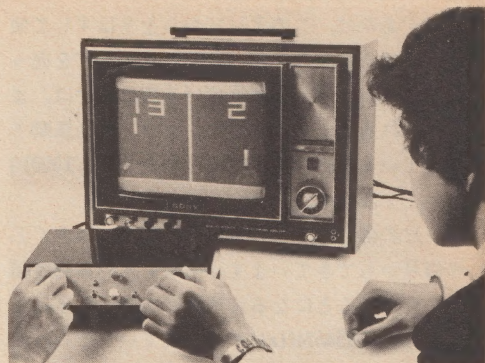
いくらおもしろいからといって，いつまでもテレビ・ゲームで遊んでいてはいけません。キリのよいところでやめておきましょう。そのほうが，いつまでも楽しむことができます。

亜土電子工業の広告は195ページにあります。

★★ LSI製作特集 テレビで

カラー・テレビゲームの製作としくみ

遊ぼう①
グループ あかざ

近ごろ秋葉原などの半導体店の店さきには，テレビの画面を使ってゲームをすることのできるＬＳＩが並べられています。テレビの前では子どもたちがうばいあうようにして遊んでいて，１日中あきることがないようです。

数年前までは，たくさんのＩＣを使って，やっと作ることのできたテレビ・ゲームですが，いまではたった１個のＬＳＩ（大規模集積回路）と，いくつかの部品を組合わせて作ることができるようになりました。それも１種類のゲームだけではなく，スイッチでテニスとかホッケーとか，何種類か切替えることができ，ボールの速度や，パドル（ラケット）の大きさといったものも変えることができるようになっています。

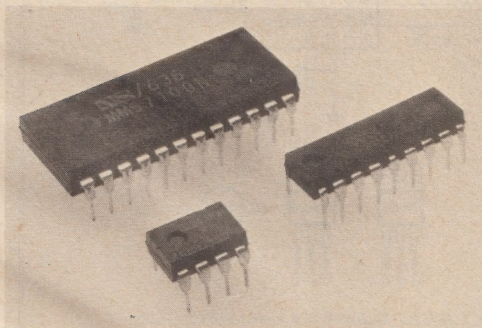
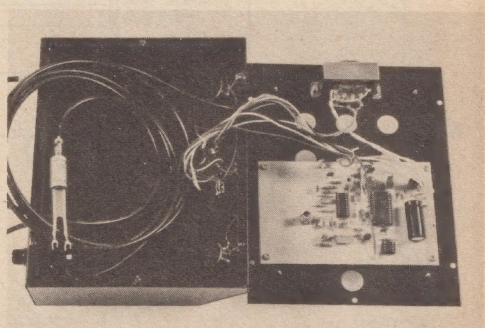
このＬＳＩは売りだされたころには10Ｋ円ちかくもしていたのですが，人気がでて，いろいろな会社が作りはじめ，最近では数千円で売りだされているようです。

ところで，いままでのテレビゲームは画面が白黒だったのですが，画面がカラーならテニス・コートは緑のローン・コートにすることができます。

●カラーTVとゲームのしくみ

今年８月にアメリカのナショナル・セミコンダクタという会社から，カラー・テレビゲーム用のＬＳＩが発表されました。今回はこのＩＣを使ってカラーテレビゲームを作ってみました。といってもＩＣにいくつかの部品をつないで，電圧を加えるだけで完成という簡単なものです。

しかし，ＩＣの中はたいへん複雑で，これと同じ内容の装置をいままでにあるＩＣを使って作りあげたとしたら何10個といった部品が必要になるでしょう。

このゲーム用のＩＣはMM 57100という名前です。これに時間信号をつくるMM 53104と，テレビで受信できる信号に変えるＬM1889，それに定電圧をつくる78M15というＩＣを使います。また色信号・時間信号を作るために3.579545MHzの水晶発振子が必要です。

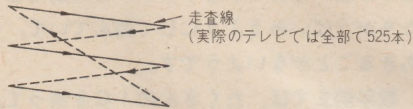
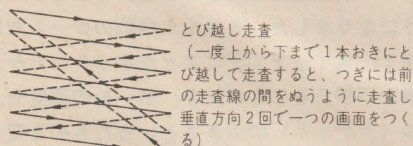
ところで，この周波数はカラー・テレビではとてもたいせつな周波数です。カラー・テレビのうらをみたことがあるなら，この周波数の水晶発振子が使われていたのに気付いた人もいるでしょう。カラー放送の色信号はこの周波数にのせられているので，テレビで色信号を再生するために3.579545MHzの水晶発振子が必要になるのです。逆に色信号をつくりだすためにもこの周波数の水晶発振子がなくてはいけないわけです。

《写真１》本機に使用した３個のＩＣ

《写真２》本機の内部。配線はかんたん

この水晶発振子は古くなってこわれたカラー・テレビがあれば，このテレビからとりはずして使うことができますし，使い古しの基板などを売っているジャンク屋と呼ばれている店に行けば，まず手にいれることができます。また，水晶振動子を作っている会社で新品を買ったとしても1000円くらいですみます。

テレビの信号は，この色信号のほかに大きく二つの信号からできています。明暗をきめる輝度信号と，音声のもとになる音声信号です。さきほど色信号は3.579545MHzにのせられているといったのですが，その親にあたる信号が，輝度信号です。そして音声信号は4.5MHzほど高い周波数にのせられたFMです。

ところでテレビゲームでは音声信号は色信号ほど精密にする必要がないので，LCの発振回路で作りだしています。**第1図**のモノコイルL_1とC_1とで，4.5MHzに共振させています。

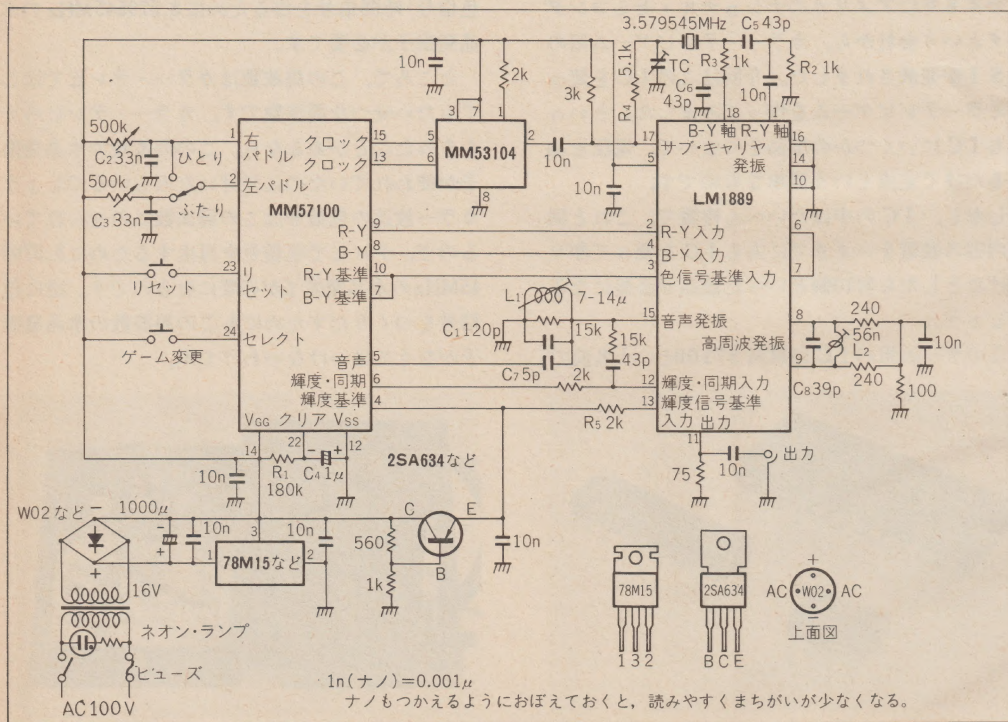
輝度信号と音声信号とは白黒放送のときにも必要だった信号です(**第2図**)。カラー放送がはじまったころには，白黒テレビの台数が多かったので

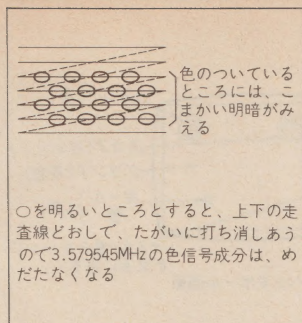
テレビの画面に近づいてみると横じまがみえる。この明暗のある横じまの1本1本を走査線という。走査線は画面全体で525本ある。画面は走査線上を左から右につくられ，つぎにその下の走査線に移る。

実際には525本を二つに分けてとび越し走査をして，毎秒約30枚の画面をつくっている。

カラー放送では色信号副搬送波の周波数は3.579545MHz（音声信号はん送波の周波数の572分の455）

水平方向の走査は，15734.26Hz（色信号副搬送波の周波数の455分の2）

垂直方向の走査は，59.94Hz（水平方向の走査の525分の2）と定められている。

区切りの悪い数値になっているのは，色信号を加えたため，画面の質が落ちるのをなるべく防ぐため。このため色信号をめだたなくすることができている。

《第2図》テレビ画面のようす

《第1図》カラー・テレビゲームの回路図

《第３図》カラー画面のようす

《第４図》カラー・テレビの走査線１本分のようす

カラー放送のために色信号を加えても白黒テレビではいままでと同じようによい画面が受信できなければなりませんでした。**3.579545MHz**という周波数はそのために選ばれたのです。

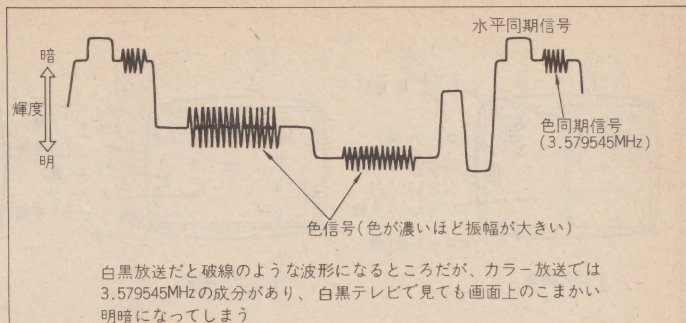
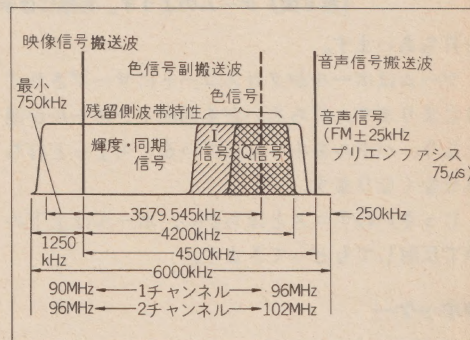
カラー放送を白黒テレビで受信すると，色のついているところは**第３図**のようにこまかい明暗があらわれますが上下の走査線どおしでうまく打ち消しあうようになっているので，それほどめだちません。**第４図**はカラー・テレビ信号を走査線１本だけをぬきだしてみたようすですが，色のついているところには，こまかい明暗の差ができてしまうことがわかります。また「画面のはじまりはここです」といったり「色信号の其準・色同期信号はこれです」という同期信号が輝度信号の一部に含まれています。

いままでの信号をまとめると，カラー・テレビ信号は**第５図**のようになっています。これが各チャンネルごとに**6 MHz**ずつの帯域で割りあてられています。

色信号についてはあとでもう少しくわしく説明します。そのまえにカラー・テレビゲームを組立ててみましょう。

● カラーテレビゲームの内容

MM57100では，テニス，ホッケー，ハンドボールの３種類のゲームができます。そして，おのおののゲームはひとり用にも，ふたり用にもすることができます。これらのゲームは，いずれも可変抵抗で動かすことのできるパドルで，ボールを打ちあうようになっています。

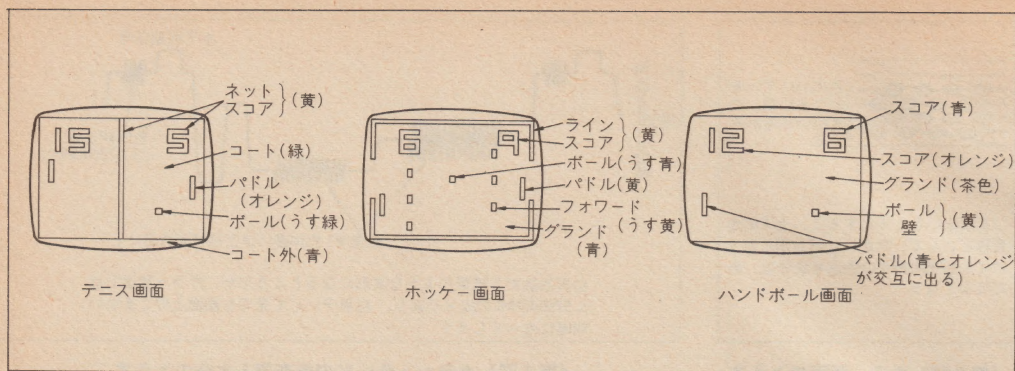
そしてパドルでボールを打ちかえすことができ

《第５図》カラー・テレビ信号

ないと，相手側の得点となり，それまでのスコアが画面の上に数字で**1.6**秒間表示されます。そして，相手のパドルからつぎのサーブが行なわれます。どちらかが15点になると１ゲームが終わり，リセット・ボタンを押すまでスコアを表示しています。また，打ちあいが４回続くとボールのスピードが２倍になり，打ち返すことがむずかしくなります。

パドルの大きさは右と左を独立に３種類の中から選ぶことができます。そして一つのパドルは九つの部分にわかれていてはねかえる角度がボールのあたったパドルの位置で８種類に変化します。ボールをパドルの端にあてると，スピンさせたようにむずかしい返球ができますが，失敗も多くなってしまいます。

ボールがパドルや周囲の壁にあたると**491Hz**の音がテレビからでるようになっています。

● テニス

緑のローン・コート，コート外は青，ネットとスコアが黄，オレンジのパドルでうす緑のボール

《第6図》ゲームのようす。実際にはボールとスコアは同時にあらわれることはない

を打ちあいます。

ゲームはボールがクロスコートにサーブされてはじまります。打ちあいが4回続くとボールが速くなり，パドルを小さくしているとちょっと打ち返せなくなります。

じっさいのテニスとはちがい，ボールは上下の壁で反射してもどってきます。

●ホッケー

青のグランドに黄のライン，黄のパドルの前を自動で動くうす黄のフォワードが上下します。うす青のボールはこのフォワードにあたって思わぬ方向に飛ばされゲームをおもしろくしています。これも相手のゴールにボールを入れると得点になります。

● ハンドボール

これはふたりが向きあってするゲームではありません。ひとりひとりが交互に，同じ方向にボールをはね返します。ひとりはオレンジのパドルを他のひとりは青のパドルをつかいます。ゲーム中は画面にそのうちのどちらかのパドルがあらわれていて，うち返すとうち返したパドルは消え，相手のパドルがあらわれます。スコアもそれぞれのパドルの色になっています。黄のボールは茶のグランドを動いて上下と右の壁ではね返されます。受けそこなってボールが左にぬけると相手側の得点になります。

《写真3》ゲーム中の画面

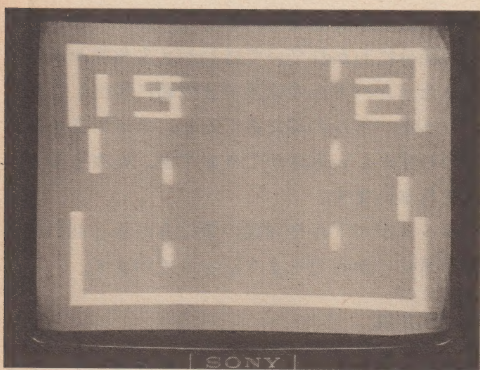
● 作りかたと部品

部品数が少なくそれほどむずかしいところもありませんから，万能基板に組みあげていってもよいのですがプリント板のパターンの一例を**第7図**にのせておきます。

部品のなかでICソケットは手にはいりにくいかもしれません。ICの販売店で同時に手にいれたほうがよいでしょう。

つぎに可変抵抗は動作寿命の長いよいものを選ばなければなりません。計測・制御用でサーメット（セラミック・メタル）金属皮膜や導電プラスチックなどを抵抗体に使った可変抵抗は，たいへん長い寿命と高い直線性を持っていますが高価です。わたしたちアマチュアがつかうときは悪くなれば交換すればよいのであまり神経質にならなくてもよいでしょう。

帝国通信工業製のTC 283形など炭素系固体形や，炭素皮膜型でも東京コスモス電機製のTRQ 24形などは十分な信頼性を持っていますので安心して使えます。

《第7図》プリント・パターン図。これは学教電子で発売している

● 動作の簡単な説明

MM57100のパドル入力には1.33mS以下から23.36mS以上まで可変できる時定数回路をつなぎます。Vss $^{+0}_{-2.5}$ Vまで放電されたC_2, C_3は画面が左上から走査されると同時に可変抵抗を通して充電され，V_{DD}に達すると画面にパドルがあらわれるようになっています。

パドルの可変はんいを変えたり左右を正確にそろえるにはC_1, C_2や可変抵抗を変化させます。

またC_4とR_1は電源スイッチをいれたとき，ＩＣ内部を初期化するための時定数回路で，クリア入力がV_{DD}±0.5Vになったときに動作します。そのため電源の立ちあがりが非常におそいときにMM57100の動作がおかしくなることがあります。

MM57100からは３種類の明るさと９種類(3×3)の色を組合せて出すことができます。

MM57100に必要なクロックは，MM53104でつくります。音声は出力を491Hzでスイッチングしてしまいます。

ＬM1889はMM57100でつくられた輝度・同期信号，色信号，音声信号をあわせてカラー・テレビ信号にしています。

3.579545MHzはピン17とピン18の間のインバータに外付けした水晶発振子でつくっていますが，発振させるためピン17からピン18へ180度の位相変化が必要です。R_3とC_6で45度の位相おくれがありますからR_4とトリマ・コンデンサＴＣと水晶で残りの位相おくれをつくっています。そのためＴＣを調整することで正確に3.579545MHzにあわせることができます。C_5とR_2で45度の位相すすみがありますから，ピン18はピン１より位相が90度おくれていることになります。

音声信号は4.5MHzに共振させたL_1とC_1でつくります。これに並列につないだC_7をMM57100が491Hzでスイッチングすることで発振周波数を変え，ＦＭ信号をつくりだしています。この音声信号はＣＲ回路を通してピン12の輝度・同期信号に加えられます。

テレビ電波の周波数はL_2とC_8できまります。L_2を調整して１チャンネルか２チャンネルかのどち

らかで受信できるようにします。

出力は75Ω不平衡（同軸ケーブル用）です。

なお，ＬＭ1889のテレビ電波出力は両側波帯です。音声信号も映像搬送波を変調してつくっています。また近くでデジタル信号をあつかっていますから高調波成分が多く相互変調を受けやすいので，用途によってはフィルタが必要です。しかしテレビ・アンテナのかわりにＬＭ1889の出力をつなぐのならふつうこのままでつかえます。

● 調整のやりかた

テレビ・アンテナからの同軸ケーブルをはずしカラー・テレビゲームの出力をカラー・テレビのアンテナ端子につなぎます。Ｆ形コネクタがよくつかわれていますが電気店でわけてもらってください。このとき同軸ケーブルではなく，300Ωのテレビ・フィーダがつながっているなら，75Ωを300Ωにする整合器を入れてください。

つぎに電源スイッチをいれ，テレビを１チャンネルか２チャンネルかどちらか放送のないほうにして，L_2 のコアを回します。画像が出たら，こんどはＴＣを回してきれいな色になるようにします。この調整ができていないと画面はにじ色になってしまいます。

そしてリセット・ボタンをしばらく押してからボールが壁やパドルに反射したとき音が出るように L_1 のコアを注意しながらゆっくり回していきます。これで調整は終わりです。

ひとり／ふたり切替えスイッチをひとりの側にすると，右パドル用の可変抵抗で画面上の両方のパドルを同時に動かすことができます。ふたりの側にするともちろん左右のパドルを両立して動かせます。

ゲームの種類はゲーム変更ボタンを１度おすごとに一つずつ変わります。

そしてリセット・ボタンを押してゲーム開始です。

また，パドルを上下の端に動かしておいてリセット・ボタンを押すと，パドルの大きさが３段階に変化します。これは左右独立に変化させられますから，左右でハンディをつけてゲームをすることもできます。このときハンド・ボールだけは左右で同じ大きさのパドルになります。

○

次号では，カラー・テレビに色がでるしくみをもう少しくわしく調べてみます。そしてカラー・テレビゲームにつかわれていたＩＣ ＬＭ1889をつかって，カラー・テレビの画面をどんな色にでもできるカラー・ジェネレータをつくってみます。

テレビゲームを組みたてて遊ぶだけでも楽しいのですが，せっかくの機会ですから，カラー放送のしくみを知っておきましょう。少しでもわかってしまえば，カラー・テレビをおもちゃにしてしまえます。

★本記事に使った部品類は96～97ページのおなじみ「学教電子」から発売されています。基板もありますので，入門者はぜひ利用して，まず，カラー・テレビゲームの楽しさを味わってください。では３月号でお会いしましょう。　**編集部**

カラー・テレビゲームの部品表

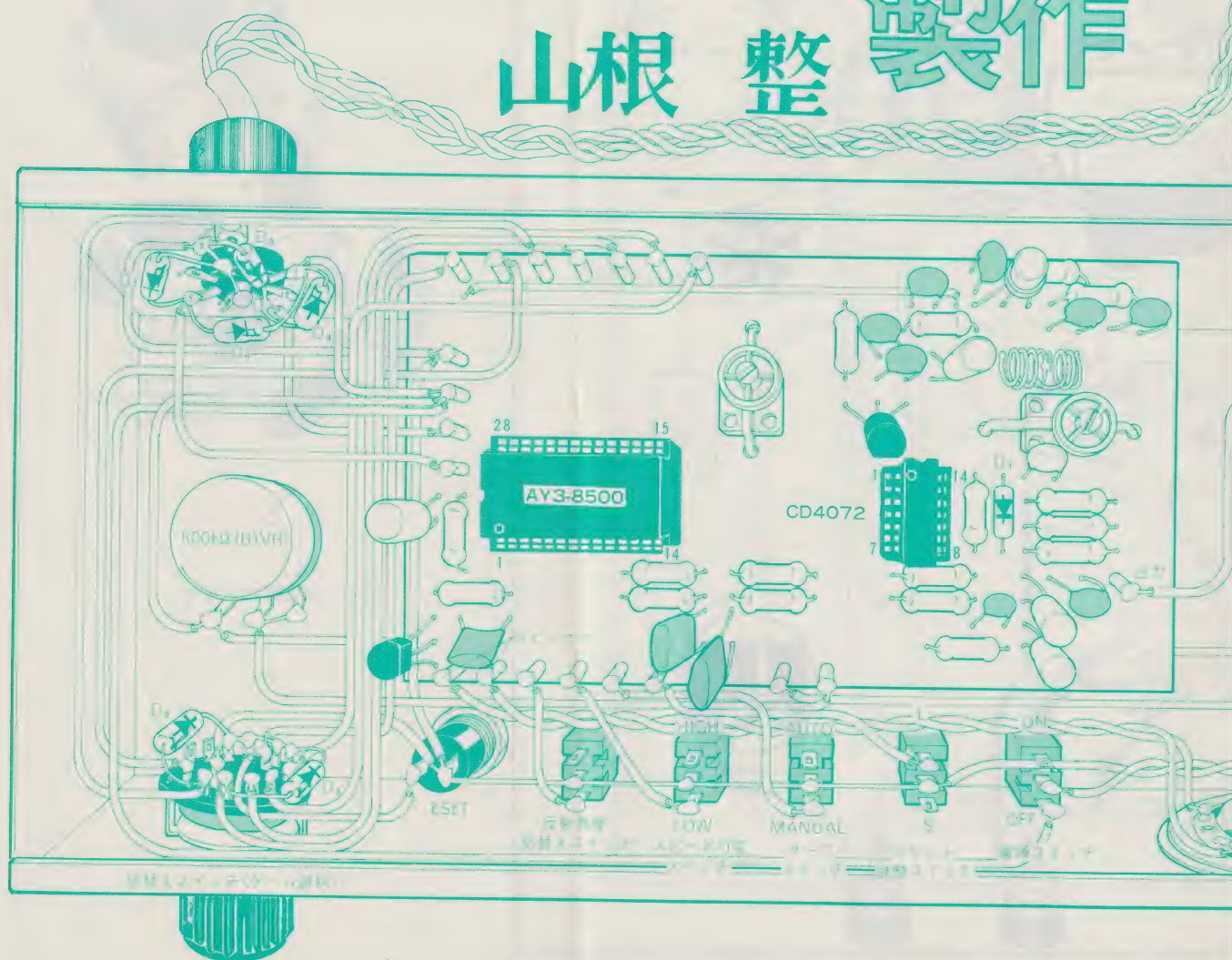
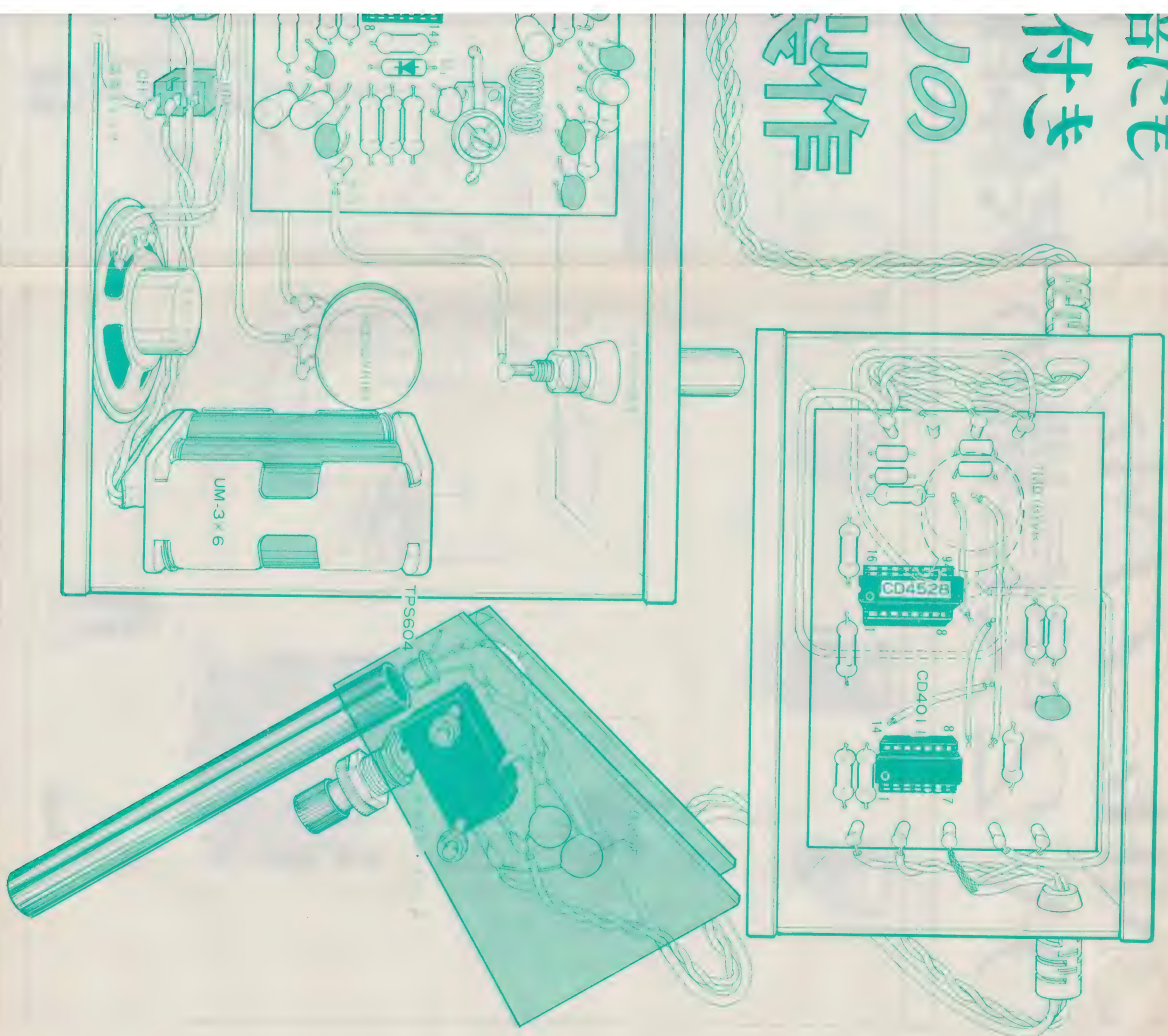
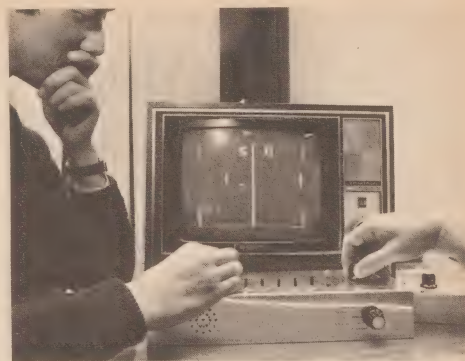
品目	内容
集積回路	カラーテレビ・ゲーム　MM57100
	テレビ・ビデオ変調　LM 1889
	クロック・ジェネレータ　MM53104
	定電圧電源　78M15など
水　晶	3.579545MHz
抵　抗	75Ω　100　240×２　560
	１kΩ×３　２kΩ×３　３kΩ　5.1kΩ
	15kΩ×２　180kΩ
コンデンサ（スチロール，セラミックなど25Ｖ以上）	
	５pF　39pF　43pF　120pF
	10n(ナノ＝0.01μF)×10
	33n(ナノ＝0.033μF)×２
	１μF　1000μF
コイル	東光RF コイルM25Ｔ(赤)など
	東光ハムバンド・モノコイル
	SCN 5946Ａ(3.5MHz)など
トランジスタ	２SA 634など
ブリッジ・ダイオード	GI　WO２など
トリマ・コンデンサ	35pF
可変抵抗	500kΩB
	東京コスモス電機　TRQ 24など×２
ソケット	DIP用　８Ｐ　18P　24P
スイッチ	押ボタン　サトーパーツ　SW42P など×2
	切りかえ　ミヤマ　MS 186 など
	電源　ミヤマ　MS 184 など
トランス	春日無線変圧器　５Ｂ1605など
ネオン・ブラケット（抵抗内蔵）	
	サトーパーツ　BN９W/Rなど
ヒューズ	１Ａ
ヒューズ・ホルダ　ツマミ	
電源コードおよびさし込みプラグ	
コード・ストッパ	
出力用コネクタ	Ｆ形(テレビ用)座など
ケース	

★★★ テレビの楽しさが何倍にも

点数表示，ライフルゲーム付き

TVゲーム・マシンの製作

山根 整

倍にも
付き
ノの
製作
CD4528
CD4011
TPS604
UM-3×6

今月は今，話題のゲーム，ＴＶゲーム・マシンの製作を紹介しましょう。このＴＶゲーム，初期のものは，いわゆるテレビ・テニス１種類だけでしたが，近ごろのものは合計６種ものゲームを行ない，点数まで表示するものです。そのうち４種類はたった８個のＩＣ，ＬＳＩ，ダイオード，トランジスタでできます。とにかくたいへん簡単にできるものですからぜひ作ってみてください。

■ＴＶゲーム用ＬＳＩの内容

今回作ったＴＶゲーム・マシンに使用したＬＳＩはＧＩ(ゼネラルインスツルメント)のＡＹ３－８５００－１というものです。このＬＳＩの中に６種類のＴＶゲームの機能がほとんど含まれていて，わずかな外付け回路でつぎの６種類のゲームを行なうことができます。

(1)　テニス
(2)　ホッケー
(3)　スカッシュ
(4)　プラクティス（一人あそび）
(5)　ライフル・ショッティング（２種類）

(1)のテニスはもう説明の必要もないでしょう。両サイドでボール（といっても四角いのですが）を打ち返し合うものです。

(2)のホッケーはプレイヤー（バット）が２個ずつになってゴールもせまくなります。いわゆるエンドラインがテニスとちがってボールをはねかえすようになります。

(3)のスカッシュは左側に壁面，右側に２個のプレイヤーが並んで壁面からのリバウンドボールを打ち合います。

(4)のプラクティスはこのゲームを一人でやるものでプレイヤーは１個しか出ません。

(5)のライフル・ショッティングはフォト・トランジスタを利用した銃で，標的の出かたで２種類のゲームが楽しめます。つまり一つは標的がＴＶのブラウン管の上下左右でリバウンドしながら動きまわるものでもう一つは画面のはじからすっと現われて画面を通過するとリバウンドせずに消えてしまい，再びどこからともなく画面のはじから現われるものです。

これらのゲームはそれぞれ点数が表示され，片ほうの得点が15点までゲームが行なえます。ライフル・ショッティングの場合15発打ったうちの命中した数が15発目を打つと表示されます。

またこれらのゲームを行なうのにいろいろな切り替え回路が付属しています。

(1)ボールスピードの二段切替え
(2)ボールリバウンド角度が２種類用(±20°)と４種類用（±20°，±40°）の切替え
(3)サーブのオートと手動の切替え
(4)バット（プレイヤー）の大きさ切替え

これらの切替えでかなり初心者からプロ級までいろいろとゲームのむずかしさをかえることができます。

■全体の回路構成

ＬＳＩの回路自体どうなっているかわかりませんが，これはブラック・ボックスと見ればよいでしょう。今回の製作では初心者では製作がややむずかしいと思われるライフルゲームの回路はオプションとして，本体にはライフル２種を除く４種類のゲームを内蔵し，子機（ライフル専用ユニット）にライフル・ショッティングに必要な回路を内蔵しました。その回路を**第１図**に示します。

この回路はライフル・ショッティングは含まれ

ていませんが，一応その他の4種のゲームを行なうことができるようになっています。

ライフル・ショッティングがなぜむずかしいかというと電子回路はたいしたことがないのですが光学的な検出，つまり標的（ターゲット）の認識を正しく行なわせるための技術がやや手間がかかるのです。特にレンズが必ずしも適当なものが，だれにでも入手できるとは限らないからです。このようにややむずかしい面もありますが，自信のある人はチャレンジしてみるとよいでしょう。

回路は**第2図**に示すものです。

本体回路，ライフル・ショッティング回路ともにメーカー推奨の回路をさらに検討を加え，特に発振回路を確実に動作させることと，調整を容易にすること，それに抵抗器の種類をへらすことを重点に変更を加えております。

《第2図》ライフル・ショッティングの回路図

《第1図》TVゲーム・マシンの回路図（ライフル・ショッティングを除く）

■使用部品

まずメインになるLSIはGI社のAY3-8500-1です。周辺に使うICは4種類の基本的なゲー

ムに1個，ライフル回路用にさらに2個心要です。本体に使うＣＤ4072，ライフル回路に使うＣＤ4011，ＣＤ4528はいずれもＲＣＡの製品ですが，同じものがモトローラから出されていて，それぞれＭＣ14072, ＭＣ14011，ＭＣ14528という番号です。

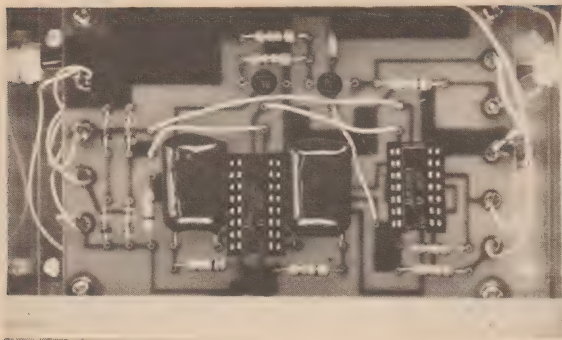
これらのＬＳＩ，ＩＣともにＣ－ＭＯＳとよばれる構造のもので，特に入力の抵抗が高く，そのため静電気や高電圧からのもれ電流にたいへん弱くなっています。そのため静電気の帯電をのがしたりするため黒い導電性のスポンジに差し込まれたりアルミにつつまれて売られています。

人間も帯電すると数万ボルトの電位を持ちます。もちろん命に別条のないエネルギーですが，Ｃ－ＭＯＳのＬＳＩやＩＣを不良にするには十分なエネルギー量ですから，あまりＩＣやＬＳＩの足にさわるのはよくありません。また，一般のはんだごてはごくわずかですが，ＡＣ 100 Ｖからのもれ電流があることが多く，Ｃ－ＭＯＳを不良にする原因になりますから，必ずＩＣソケットやＬＳＩソケットを使ってください。

直接はんだ付けするにははんだごてのボディをアースできるタイプ（例えばアンテックス製）を使うか，はんだ付けのときにＡＣコンセントを引き抜いて余熱ではんだ付けするようにしてください。低電圧，例えば12Ｖで使うはんだごてでも電源にＡＣ 100 Ｖを利用する場合には本体をアースしなければなりません。ソケットさえ使えば，ごくふつうのはんだごて（15～30Ｗ）が安心して使えます。

トランジスタやダイオードは**第1表**から好きなものを選んでください。トランジスタはQ_1は超高周波（ＶＨＦ）用，Q_2，Q_3は一般用，ライフル回路のQ_4，Q_5は高 hfe です。

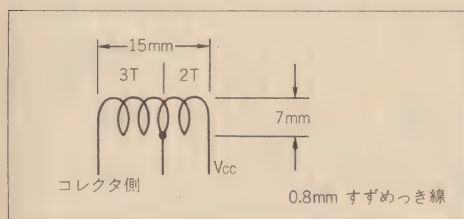
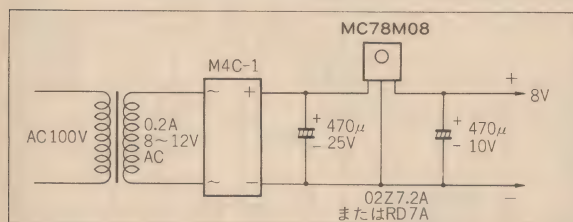
《写真1》ＴＶゲームの内部

《第3図》ＴＶゲームの原寸プリント・パターン（銅はく面）

《写真2》ライフル回路の内部

■本体の製作と調整

基本的な4種類のゲームを行なう本体回路は，ほとんどプリント配線を行なっています。パターンは**第3図**に示すものです。L_1 のコイル・データは**第4図**に示しておきましょう。

配線するときの注意を述べておきましょう。

まずLSIやICは装着したままはんだ付けしないことです。今回使ったICやLSIはC−MOSといって静電気にたいへん弱いので，まずソケットだけをはんだ付けして，他のすべての配線が終わった時点で装着するようにしてください。またソケットへの脱着は必ず電源を切って行ないます。

《第4図》コイルの製作

《第5図》AC電源を内蔵する場合はこのように

《第1表》使用できるTR類

Q_1	2SC645	VHF（100MHz）用
	2SC387	
Q_2 Q_3	2SC945	
	2SC371〜4	一般用
	2SC828	
Q_4 Q_5	2SC1000	
	2SC1222	高増幅率
	2SC1312	
Q_6	TPS604	フォトダーリントン
D_1	1S1515	
	1S1588	
	1N60	（検波用 スイッチング用）
	1S34	
	SD36	
D_2〜$_{11}$	上記の他	
	10D1〜10	（小電流整流用）（1A以下）
	HFSD1など	

つぎに二つのトリマ・コンデンサ，TVC_1とTVC$_2$です。これはステータ側がTVC_1の場合a_1のコレクタに，TVC_2の場合a_2のエミッタに接続するようにしてください。

このプリント基板は30㎜のサポートを使って，アルミのシャーシに納めました。

調整は2個のトリマ・コンデンサを合わせるだけです。まず本機のアンテナ端子とテレビジョンのアンテナ端子を接続します。そして電源を入れたら TVC_1 をテレビジョンの1または2チャンネルのいずれかに合わせます。つぎにリセット・ボタンを1回押して，TVC_2でテレビジョンに出る画像が安定するようにします。これで調整は完了です。VRをまわすと二つのバット（プレイヤー）が動くはずです。電源投入時に異状動作してしまうことがありますが，リセット・スイッチを押せば正常になるはずです。ただし電源電圧が低下していると異常動作をしてしまいます。だいたい消費電流は70〜150mAぐらいで，かなり食うほうですから，ニッケル・カドミウム電池の使用をおすすめします。あるいは**第5図**のようなAC電源を作ってもよいでしょう。

■ライフル回路

ライフル回路のプリント・パターンは**第6図**のとおりです。これもC－MOSICを使うので，本体と同様に慎重に慎重をきして注意を払ってください。

銃は**第7図**に示すような構造です。私はアクリル板を利用して作りましたが，そのうち，モデル銃の中にでも組み込んでみようかと思っているところです。レンズはITV（工業用テレビジョン）用と思われるジャンクを掘り出して使っています。みなさんの場合は虫めがねや小さい望遠鏡のレンズを使うとよいでしょう。

《写真3》完成したTVゲームのセット

《第6図》ライフル回路のプリントパターン（銅はく面）

第2図にある1MΩ（B）のVRはこの銃の感度調整用です。感度が高すぎると，どこを打っても命中，低すぎるとすべてはずれになってしまいますから，TVの画像ターゲットをねらいうちしながら誤動作のないようにしてください。

オシロ・スコープがあれば Q_5 のコレクタ電圧を観測して，銃がターゲットからはずれたとき，正のピークでほぼ0.5V以下，つまり Q_5 が完全にONになり正確に向いたときICをトリガできる電圧（VCCの80％以上）まで上昇するようにします。だいたい，ブラウン管から銃まで50～70cmぐらいまでが限度で，それ以上はなれると正確なターゲットの識別が苦しくなります。ターゲット自体も小さいのであまり離れると命中させるのに苦労します。

とにかくライフル回路のポイントはいかに誤動作を防ぐかということです。テレビジョンのコントラスト調整ツマミをまわしてコントラストをあげるのもよいでしょう。

ⓐライフル　ⓑプラクティス　ⓒスカッシュ

ⓓテニス　ⓔテニス（ラケット小）　ⓕホッケー

《写真4》このような6種類のゲームが楽しめる

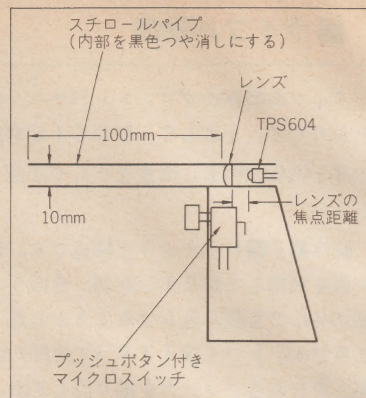
■最後に

TVゲーム自体回路はたいへん複雑ですが，L

《写真5》銃心をぬいて銃の正面のフォト・トランジスタを見る

《第7図》銃(ピストル)の製作方法

SIのおかげで自作にはたいへん簡単になっています。このLSIもこの製作記事がみなさんの目に触れるころにはかなり出まわると思います。私が買ったときは1個￥7,500でしたが，時計用LSIの前例のように多量に出まわればかなり安くなるかも知れません。

また，このようないくつものパルス信号を扱かう回路ではオシロ・スコープによる波形観測ができるとたいへん便利です。

今から使いなれておくとよいでしょう。

部品表

(本体)

●半導体

LSI	AY3−8500−1	1
同28P	LSIソケット	1
IC	CD4072 (MC14072)	1
	同14P IC ソケット	1
Tr	2SC645	1
	2SC945	2
ダイオード	1S1515	7

●L

マイクロ・インダクタ 100μH 2
47μH 1

●C セラミック・コンデンサ 50WV (Tr用)
10pF 1, 15pF 1, 30pF 1,
68pF 2, 220pF 2, 0.01μF 3,
マイラ・コンデンサ 50WV (Tr用)
0.022μF 1, 0.1μF 2,
ケミカル・コンデッサ
10μF 10WV 立型 1,

●VC セラミック・トリマー
20pF 1, 50pF 1

●R ¼W 炭素被膜型 RF用
220Ω 4, 330Ω 1, 470Ω 2,
2.2kΩ 3, 10kΩ 3, 22kΩ 3,

●VR 500kΩ B型 2

ロータリ・スイッチ 一段2回路6接点	1
押しボタンスイッチ	1
トグル・スイッチ 3P型	5
50㎜スピーカ	1
電池ホルダ UM3×6用	1
ジョンソン・ターミナル	1
7Pソケット	1
ツマミ 中型	3
30㎜サポート	4
アルミシャーシ 300×130×60 (鈴蘭堂S−35)	1

その他ビス，ナット，すずめっき線など

(ライフル回路)

●半導体

IC	CD4011 (MC14011)	1
	同14P ICソケット	1
	CD4528 (MC14528)	1
	同16P ICソケット	1
Tr	2SC1000	2
フォトTr	TPS604	1
ダイオード	1S1515	4

●C 0.01μF50WVセラミックコン 3
0.33μF50WVマイラーコン 2

●R ¼W 炭素被膜
2.2kΩ 1, 22kΩ 2, 47kΩ 3
100kΩ 1, 1MΩ 1

VR 1MΩ B型	1
アルミシャーシ 120×80×40㎜ (鈴蘭堂S−10)	1
20㎜サポート	4
中型ツマミ	1
コード・ヘルプ	1
押しボタン付きマイクロ・スイッチ	1
7Pプラグ	1

その他レンズ，シールド線，アクリル板などが必要

なお本体，ライフル回路ともにプリント基板製作用の材料が必要です。